

## Реакция Михаэля

Температура °C	Катализатор	Растворитель	Время реак- ции (ч)	Конвер- сия (%)
25	-	-	48	≤1
25	-	Вода	48	≤1
25	Борная кислота	Вода	48	≤1
25	Оксид алюминия	-	48	≤1
25	Силикагель	Вода	48	≤1
25	Паротолуолсульфокис- лота	Вода	48	≤1
25	Хлорид меди	Вода	48	≤1
100	Борная кислота	Вода	8	3,5
100	Оксид алюминия	Вода	8	11
100	Паротолуолсульфокис- лота	Вода	8	20
100	Ацетат меди	Вода	8	37

1. Rulev A. Yu., Aza-Michael reaction: achievements and prospects (2011).
2. Brindaban C. Ranu, Subhash Banerjee, Significant rate acceleration of the aza-Michael reaction in water (2006).

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВОК ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Кошечева А.А., Таранова Л.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

E-mail: [alinaalexandrovna@mail.ru](mailto:alinaalexandrovna@mail.ru)

## EFFICIENCY INCREASING METHODS USED FOR HYDROCARBON PROCESSING FACILITIES

Koshcheeva A.A., Taranova L.V.

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

This paper discusses the main directions used to resolve the issues of energy efficiency in hydrocarbon processing technology. The development and implementation of the secondary energy resources complex disposal system into the pyrolysis scheme is the most crucial and promising direction among the others. The use of this system will allow to gain an additional amount of energy resources and increase the energy efficiency of the ethane pyrolysis process.

Для текущей экономики России характерны показатели высокой энергоемкости, которые многократно превышают аналогичные показатели экономики развитых стран. Причём на современных российских производствах около 40 – 45 %

энергоресурсов расходуется полезно, а остальное количество теряется безвозвратно [1].

Таким образом, проблема повышения энергоэффективности на предприятиях нефтехимии является острой и актуальной ввиду несовершенства технологических процессов, сопровождающихся большими тепловыми, сырьевыми и финансовыми потерями [2].

В данной работе был рассмотрен Новоуренгойский газохимический комплекс, принадлежащий ПАО «Газпром». Данное предприятие анализировалось с точки зрения поиска возможностей повышения энергоэффективности. Для этого были применены такие методы оценки энергоэффективности, как пинч-анализ и системный анализ.

Пинч-анализ – это методология оценки энергопотребления процесса, основанная на термодинамическом расчёте необходимых объёмов энергопотребления и приближения к ним с помощью оптимизации процесса.

Применив данный метод к установке получения этан-этилена, были выявлены большие перспективы по рекуперации тепла в пределах данной установки (рис. 1).

По большой зоне рекуперации на графике пинч-анализа можно сделать вывод, что для данной установки возможно повышение энергоэффективности при модернизации и оптимизации системы теплообмена. При этом внешние теплоносители дополнительно потребуются для нагрева и охлаждения потоков в области температур от минус 120,9 до минус 98,8 °С и от 220 до 105 °С [3].

Применение пинч-анализа позволило оценить возможность повышения энергоэффективности, а также выявить, что наиболее энергоёмким процессом при производстве этилена является пиролиз.

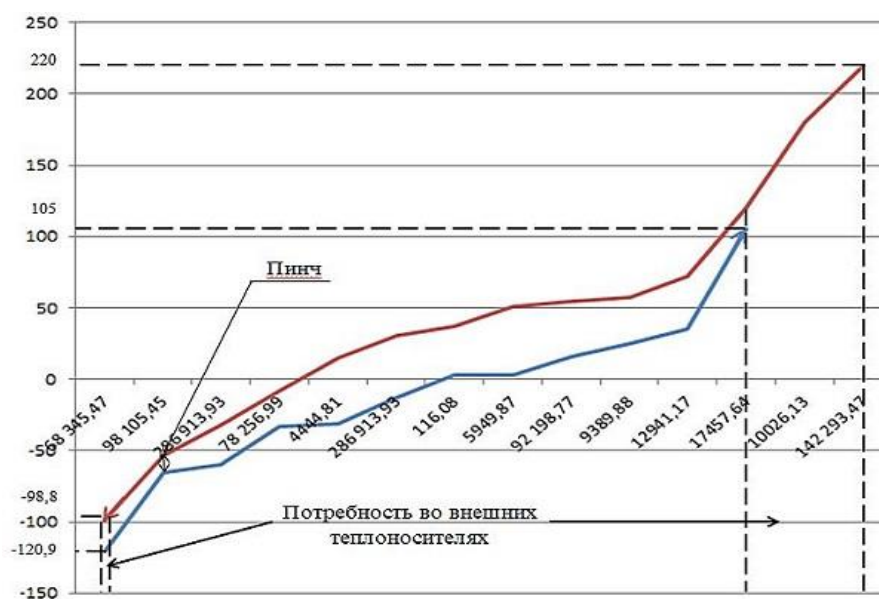


Рис. 1. Определение потребности во внешних теплоносителях возможности рекуперации тепла

Оценка эффективности работы технологической схемы пиролиза основывается на системном подходе, который заключается в структурном анализе внутренних и внешних связей изучаемого производства, а также в анализе тепловых и термодинамических параметров эффективности [2].

Результатом применения системного анализа к установке производства этан-этилена является выявление возможностей энергосбережения в пределах данного процесса. Были выявлены возможности вторичного применения тепловых потоков, то есть создания схемы утилизации вторичных энергоресурсов на базе технологических установок получения этан/этилена и производства полиэтилена высокого давления.

Таким образом, при применении методик оценки энергоэффективности возможно выявить оптимальный и энергосберегающий вариант организации энерготехнологической комбинированной системы, а также найти пути возможного применения вторичных энергоресурсов внутри данного производства.

1. Брендан, П. Ш., Территория Нефтегаз, 8, 83 (2009).
2. Жагфаров Ф.Г., Основные процессы глубокой химической переработки природного газа, Букстрим (2013).
3. Кошечева А.А., Таранова Л.В., Нефть и газ Западной Сибири, ТИУ, 251-253 (2017).